


**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ім. Ігоря
Сікорського»**

**ФАКУЛЬТЕТ ЕЛЕКТРОНІКИ
КАФЕДРА КОНСТРУЮВАННЯ ЕЛЕКТРОННО-ОБЧИСЛЮВАЛЬНОЇ
АПАРАТУРИ**

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

 О.М. Лисенко
(підпис) (ініціали, прізвище)

“18” 06 2020р.

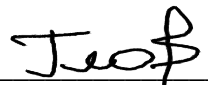
Дипломний проект

на здобуття ступеня бакалавра

зі спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка"
(код та назва напрямку підготовки або спеціальності)

на тему Універсальний сервер друку

Виконав: студент IV курсу, групи ДК-61
Гловацький Дмитро Юрійович
(прізвище, ім'я, по батькові)

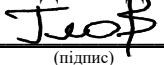

(підпис)

Керівник доц. Кучернюк П.В.
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

(підпис)

Рецензент _____
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали) (підпис)

Засвідчую, що у цьому дипломному
проекті немає запозичень з праць інших
авторів без відповідних посилань.

Студент 
(підпис)

Київ - 2020 року

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»**

Факультет електроніки

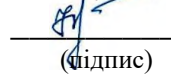
Кафедра конструювання електронно-обчислювальної апаратури

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність 172 “Телекомунікації та радіотехніка”
(код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри


(підпис)

Лисенко О.М.
(прізвище ініціали)

«20» 03 _____ 2020р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проект студенту
Гловацькому Дмитру Юрійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту Універсальний сервер друку
керівник проекту Кучернюк Павло Валентинович, доцент
затверджені наказом по університету від 25.05.2020 року №1196-С
2. Термін подання студентом проекту 10 червня 2020 року
3. Вихідні дані до проекту Універсальний сервер друку. Кліматичне виконання УХЛ 4.1 по ГОСТ 15150-69. Пристрій для застосування у адміністративних будинках і офісних приміщеннях, навчальних закладах. Являє собою друковану плату із роз'ємом для підключення периферійних

друковальних приладів. Пристрій повинен забезпечувати передачу керуючих сигналів на периферійні друковальні прилади, прийняття інформаційних сигналів від користувача через мережу Інтернет та їх обробку, Габаритні розміри – не більше 120х90 мм, маса – не більше 150 г. Час напрацювання на відмову – не менше 20000 годин. Живлення пристрою – 5 Вольт.

3. Зміст розрахунково-пояснювальної записки:

- огляд існуючих серверів друку;
- аналіз технічного завдання;
- розробка структурної схеми приладу;
- розробка схеми електричної принципової;
- вибір і обґрунтування електронно-компонентної бази;
- розміщення електронних компонентів на друкованій платі;
- конструкторсько – технологічний розрахунок друкованої плати;
- електричний розрахунок друкованої плати;
- температурний розрахунок компонентів із найбільшою потужністю;
- розрахунок віброміцності друкованої плати;
- розрахунок основних показників надійності;
- проектування друкованої плати у середовищі Altium Designer;
- проектування програмного забезпечення;

- висновки.

4. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень, плакатів, презентацій тощо):

схема електрична принципова – А0;

- креслення друкованої плати – А1;

- складальне креслення друкованої плати – А1.

5. Дата видачі завдання 17.02.20

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1	Аналіз технічного завдання та патентний пошук	17.02.20-26.03.20	виконано
2	Схемотехнічне проектування та вибір елементної бази	26.03.20-02.04.20	виконано
3	Виконання креслень схеми електричної принципової	03.02.04.20-09.04.20	виконано
4	Конструкторсько-технологічні розрахунки	04.09.04.20-23.04.20	виконано
5	Проектування друкованого вузла та трасування у Altium Designer	05.23.04.20-30.04.20	виконано
6	Електричний розрахунок друкованої плати	30.04.20-03.05.20	виконано
7	Розрахування надійності друкованого вузла	03.05.20-07.05.20	виконано
8	Розрахунок віброміцності друкованої плати	07.05.20-14.05.20	виконано
9	Розрахунок теплового режиму	14.05.20-21.05.20	виконано
10	Виконання креслень друкованої плати та складального креслення друкованого вузла	21.05.20-28.05.20	виконано
11	Оформлення пояснювальної записки	28.05.20-08.06.2020	виконано

Студент Глобацький Д.Ю.
(підпис)

Керівник проекту _____
(підпис)

Глобацький Д.Ю.
(прізвище та ініціали)
Кучернюк П.В.
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Універсальний сервер друку. // Дипломний проєкт. Гловацький Д.Ю. КПІ ім. Ігоря Сікорського, факультет електроніки, кафедра конструювання електронно-обчислювальної апаратури, група ДК-61. — К.: КПІ, 2020. — 53 сторінки, 8 таблиць, 9 рисунків, 3 креслення, 15 використаних джерел.

Метою даної роботи є розробка універсального сервера друку з доступом в Інтернет та програмним інтерфейсом. У дипломному проєкті виконано патентний пошук та аналіз існуючих моделей серверів друку. Вирішення задачі автоматизації деяких поліграфічних процесів полягає у максимально автономному використанні принтерів та БФП у принт-центрах та виключенні з процесу надання послуг штатного персоналу. Розглянуто доречність розробки програмної частини інструментами мови Python на платформі месенджера Telegram. Наведена структурна схема апаратної частини та можливість реалізації на тестувальній платі BeagleBone. З урахуванням аналізу розроблено принципову схему, обрано елементну базу. Також розроблено комплект конструкторської документації для виготовлення пристрою. Функціонал девайсу може бути розширеним, розробивши алгоритми роботи з додатковою периферією.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ДРУК, СЕРВЕР ДРУКУ, LINUX, ІНТЕРНЕТ РЕЧЕЙ, TELEGRAM, МІКРОКОМП'ЮТЕР.

ABSTRACT

Universal print server.

// Diploma project. Hlovatskyi D.Y. NTUU "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", faculty of electronics, the department of design of electronic digital equipment, group DK-61. - K.: KPI, 2020. - 61 pages, 8 tables, 9 figures, 3 of the drawings, 15 sources used.

The purpose of this work is to develop a universal print server with Internet access and software interface. The diploma project performs a patent search and analysis of existing models of print servers. It reflects the implementation of the architecture of a universal print server. Today we have many places of polygraphs service where you can get different kinds of print services. The solution to the automation of some printing processes is to maximize the autonomous use of printers and MFP in typographies and also in other non-professional service places. Using that approach it is possible to exclude hired employees from the process of providing services. This simultaneously gives us less cost of the services and extra time for humans to do more intellectual kind of work. Therefore, options were proposed for a hardware solution based on BeagleBone boards, because it allows you to develop your product in a short time. Architecture can be improved for the further creation of a print server with more advanced functionality aimed at autonomous work.

KEYWORDS: PRINT, PRINT SERVER, LINUX, INTERNET OF THINGS, TELEGRAM, MICROCOMPUTER.

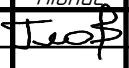

Пояснювальна записка до дипломного проекту

на тему: **Універсальний сервер друку**

Київ – 2020 року

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ТЕХНІЧНОГО ЗАВДАННЯ ТА ПАТЕНТНИЙ ПОШУК	
7	
1.1 Аналіз існуючих моделей та патентний пошук	7
Висновки до розділу.....	15
РОЗДІЛ 2. ОПИС ТА АНАЛІЗ СХЕМИ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ПРИНЦИПОВОЇ	16
Розділ 3. Вибір елементної бази.	18
3.1 Вибір елементної бази.	18
РОЗДІЛ 4. ВИБІР ДРУКОВАНОЇ ПЛАТИ. КОНСТРУКТОРСЬКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ЕЛЕМЕНТІВ ДРУКОВАНОГО МОНТАЖУ.....	24
4.1 Вибір типу та матеріалу ДП	24
4.2 Вибір класу точності ДП	26
4.3 Обґрунтування методу виготовлення ДП.....	28
4.4 Виконання конструкторсько-технологічного розрахунку елементів ДМ28	
4.4.1. Визначення мінімальної ширини друкованого провідника по постійному струму для ланцюгів живлення та землі.....	29
4.4.2. Визначення мінімальної ширини провідника з урахуванням допустимого падіння напруги на ньому.	30
4.4.3. Визначення номінального діаметру монтажного отвору.....	30
4.4.4. Визначення діаметра контактної площини.....	30
4.4.5. Визначення мінімальної ширини провідника.	31

					ДК61.466451.001 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	Універсальний сервер друку		
Розробив		Гловацький Д.Ю.					
Перевірив		Кучернюк П.В.			Пояснювальна записка		
Реценз.							
Н. Контр.		Лисенко О.І.			КПІ ім. Ігоря Сікорського, ФЕЛ, КЕОА		
Затвердив		Кучернюк П.В.					
					Літ.	Арк.	Архів
						1	53

4.4.6. Визначення мінімальної відстані між провідником та контактною площиною.	32
4.4.7. Визначення мінімальної відстані між двома сусідніми провідниками (між краями провідників).	33
4.4.8. Визначення мінімальної відстані між двох контактних площин.	33
РОЗДІЛ 5. ЕЛЕКТРИЧНИЙ РОЗРАХУНОК ДРУКОВАНОЇ ПЛАТИ	35
5.1. Визначення падіння напруги на найдовшому друкованому провіднику.	35
5.2. Визначення потужності втрат двосторонньої друкованої плати.	35
5.3. Визначення ємності між двома сусідніми провідниками, які розташовуються на одній стороні ДП та мають однакову ширину.....	36
5.4. Визначення взаємної індуктивності двох паралельних провідників однакової довжини	36
РОЗДІЛ 6. РОЗРАХУНОК НАДІЙНОСТІ ДРУКОВАНОГО ВУЗЛА	37
РОЗДІЛ 7. ПРОЕКТУВАННЯ ДРУКОВАНИХ ПЛАТ У СЕРЕДОВИЩІ ALTIUM DESIGNER.....	44
7.1. Створення проекту друкованої плати.	44
7.2. Створення бібліотеки компонентів.	44
7.3 Створення схеми електричної принципової.....	45
7.4. Створення розводки друкованої плати.	45
ВИСНОВОК.....	48
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	49
ДОДАТОК А	51

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ СКОРОЧЕНЬ

ДМ – друкований монтаж

ДП – друкована плата

ІС – інтегральна схема

КМ – контактний майданчик

ОС – операційна система

ПЗ – програмне забезпечення

ТЗ – технічне завдання

УГП – умовні графічні позначення

BBB - BeagleBone Black

CUPS (Common UNIX Printing System)

DDR - Double Data Rate

eMMC - Embedded Multimedia Card

GPIO – general purpose input-output

IDE – integrated development environment

IoT – internet of Things

IP - Internet Protocol

IPP (Internet Printing Protocol)

LED - light-emitting diode

RAM - random access memory

TCP - Transmission Control Protocol

UART - universal asynchronous receiver/transmitter

UNIX - Uniplexed Information and Computing System

USB - Universal Serial Bus

Wi-Fi - Wireless Fidelity

					ДК61.466451.001ПЗ	Арк.
Змн.		№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

На даний час досить широко розвинена поліграфічна діяльність. Часто виникає необхідність зробити ксерокопію документів, оцифрувати зображення, роздрукувати текстові матеріали тощо. Послуги друку надаються майже у кожному магазині канцелярії, не говорячи про типографії. Не менше 30 зареєстрованих принт-центрів нанесено на картах Google тільки поблизу студмістечка КПП [1]. Для надання таких послуг використовуються принтери та сканери та спеціалізовані плотери.

У кожному відділенні є робітник, який виконує рутинні операції відправлення файлів на друк, враховуючи вимоги клієнта. Такі операції можуть бути представлені у вигляді відповідних алгоритмів взаємодії та автоматизовані шляхом використання спеціалізованих апаратно-програмних серверів друку. На ринку існує велика кількість моделей мережних принтерів та багатофункціональних пристроїв (БФП), програмні засоби яких реалізують функціонал сервера друку [2]. Але, коли таких пристроїв в одному місці декілька, чи використовуються пристрої, які мають тільки USB інтерфейс для підключення до персонального комп'ютера або сервера, виникає задача реалізації керування усіма пристроями та розподілення між ними завдань типографії через єдиний керуючий сервер. Метою даної роботи є створення архітектури універсального апаратно-програмного сервера друку, що дозволить вирішити сформульовану вище задачу.

В проекті розглянуті існуючі моделі серверів друку із конкретними способами застосування, розроблено структурну блок-схему пристрою. За схемою електричною принциповою спроектовано друкований вузол з обґрунтуванням вибору конструкторської бази та параметрів ДВ. Правильність вибору доводять проведені розрахунки.

Проект передбачає подальшу розробку корпусу та його функціонального дизайну, методу установки та обслуговування технічним персоналом для запуску у експлуатацію. Залишається можливість розширення функціоналу приладу за

					ДК61.466451.001ПЗ	Арх.
Зм.		№ докум.	Підпис	Дата		

рахунок розробки програмних алгоритмів для взаємодії з різними периферійними пристроями.

Оскільки дана розробка також направлена для розробки стартапу, потрібен конкретний економічний аналіз з використання та закупівлі додаткових товарів, що використовуються при обслуговуванні, тобто дана розробка головним орієнтиром має здешевлення конструкції для масового використання.

					ДК61.466451.001ПЗ	Арк.
Змн.		№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ТЕХНІЧНОГО ЗАВДАННЯ ТА ПАТЕНТНИЙ ПОШУК

1.1 Аналіз існуючих моделей та патентний пошук

Використання сервера друку дозволяє реалізувати можливість колективного доступу до відповідних периферійних пристроїв. Такий підхід передбачає необхідність встановлення відповідних драйверів на управляючий пристрій. Схожий варіант віддаленого доступу використання принтерів клієнтом описаний у патенті [13] та [14].

Апаратний сервер друку є спеціалізованим пристроєм, який має набір інтерфейсів (зазвичай, USB) для підключення принтерів або БФП та відповідне програмне забезпечення [4].

Для своєї офісної техніки кожен розробник створює окремий додаток, який підтримуватиме роботу лише з власними моделями. Тобто виникає потреба у створенні програмних засобів, які поєднували б ці пристрої та надавали доступ до зрозумілого інтерфейсу користування.

Розглянемо існуючі аналоги та їх спосіб та сферу використання. Принт-сервер з 1 портом USB 2.0 і 1 портом Fast Ethernet TL-PS110U дозволяє не використовувати комп'ютер під час установки. Достатньо підключити TL-PS110U до принтера через паралельний порт, під'єднати принт-сервер до вашої локальної мережі, після маємо доступ до принтера з комп'ютера локальної мережі [8].

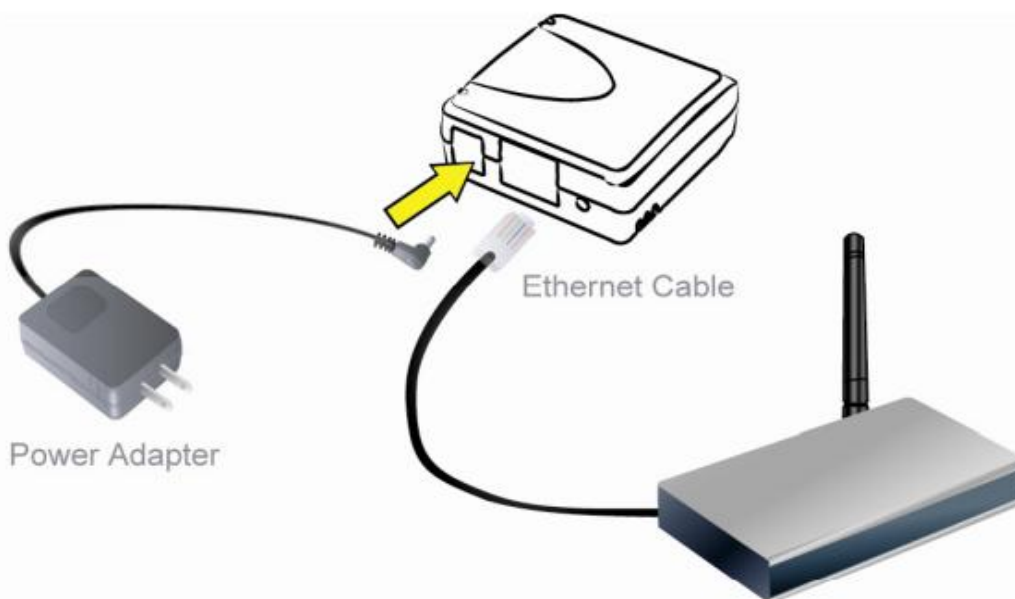


Рис 1.1. Підключення сервера друку

Побудуємо порівняльну таблицю 1.1 для різних моделей принт-серверів:

Модел ь	Інтерфейси	Енергоспож ивання	Розміри	Системні вимоги	Ціна, \$
TL- PS110 U	USB 2.0 порт, Ethernet RJ- 45 Port	5 В пост. тока, 2 А	73 × 65 × 30	Windows 9x/ME, NT/2000/XP/Vista/7, Mac OS 8.1 або вище, UNIX/Linux, Netware 3.12 або вище	45
TL- PS310 U	USB 2.0 порт, RJ-45 Port	5 В пост. тока, 2 А	56 x 52 x 23	Windows 7/Vista/XP/2000	50
TL- PS110 P	1 Parallel Port, Ethernet RJ- 45 Port	3.3V DC 2A-	59×52×22	Windows 9X/Me/NT/2000/2003/ XP/Vista/7 Mac OS 8.0 or higher/UNIX/Linux	54
TP- Link WBS5 10	2x 10/100 Ethernet, Wi- Fi 802.11 b/g/n, USB: нет	5 В пост. тока, 2 А	189×75×32	PharOS	67
RP- UB280 1A	1x USB2.0, 1x RJ-45	DC5V, 2A	74 × 63 × 30	<ul style="list-style-type: none"> • Web interface • Windows-based Setup Program • TFTP 	51

Таблиця 1.1. Порівняння параметрів принт-серверів.

Після встановлення програмного забезпечення на комп'ютері маємо можливість додавати пристрої, що знаходяться в одній локальній мережі з нами.

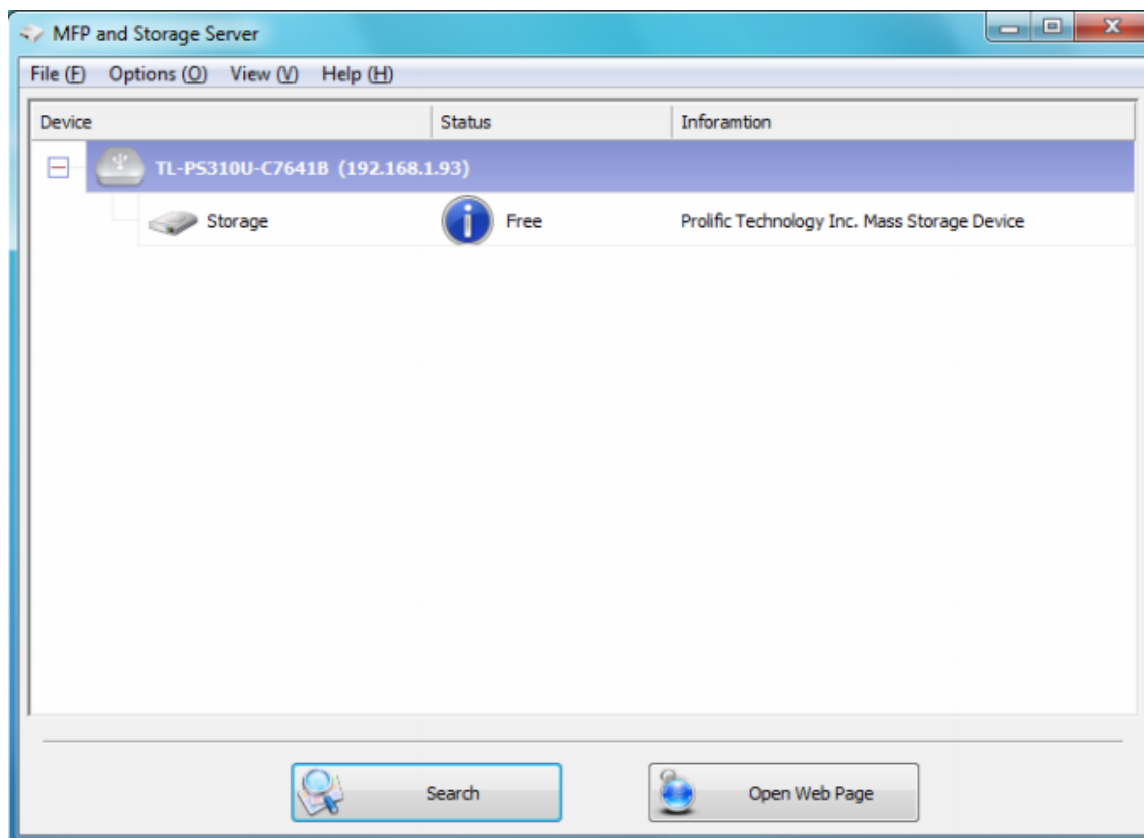


Рис 1.2. Вікно програмного забезпечення принт-серверу TP-LINK.

Реалізована функція програмна автоідентифікації пристроїв для комфорту роботи користувача. Модель, що розглядається має широку сумісність з різними моделями принтерів, може працювати з протоколами TCP/IP, (Remote Virtual USB), LPR/LPD та підтримує широкий спектр ОС.

Недоліками є несумісність з Host-based принтерами – «Please note that the print server does not support printing with host-based printers, e.g. CAPT, GDI, PPA»[9]. А також «Furthermore, the print server doesn't support any non-printing functions of MFP (Multiple Function Printer).»[9] Тобто неможливо

використовувати будь-яку периферію інших типів чи навіть інші вбудовані функції БПФ, окрім друку.

Діаграма [11] найбільш поширених принт-серверів домашнього типу (рис. 1.3) виглядає наступним чином:

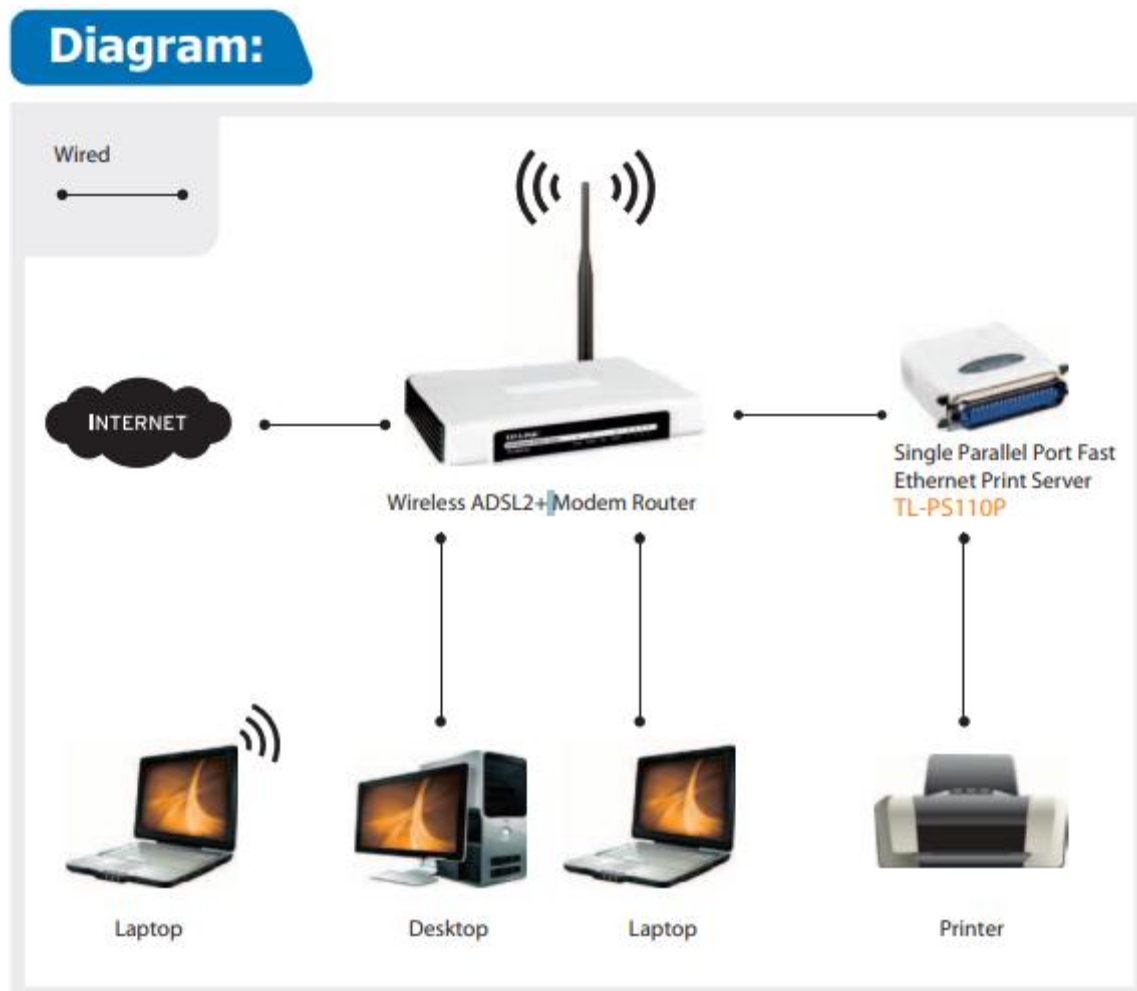


Рис 1.3. Діаграма підключення звичайного принт сервера.

Розглянувши наступну модель TL-PS310U, бачимо, що вона має меншу сумісність з ОС та протоколами роботи з принтерами, проте є можливість надавати доступ і до іншої периферії, наприклад, сканери, веб-камери тощо [10]. Використовуючи зовнішній USB-hub здобуваємо можливість віддалено взаємодіяти з будь-якого комп'юера, що знаходиться у даній мережі. Відповідно діаграма підключень буде виглядати як зображено на рис 1.4 нижче. У даному випадку додалися функції точки доступу (hotspot), яка розпізнає бульш

різноманітні девайси, при чому маємо web-інтерфейс для доступу [10], тобто можливо зайти через браузер смартфона, щоб, наприклад, отримати зображення з працюючої веб-камери.

Diagram:

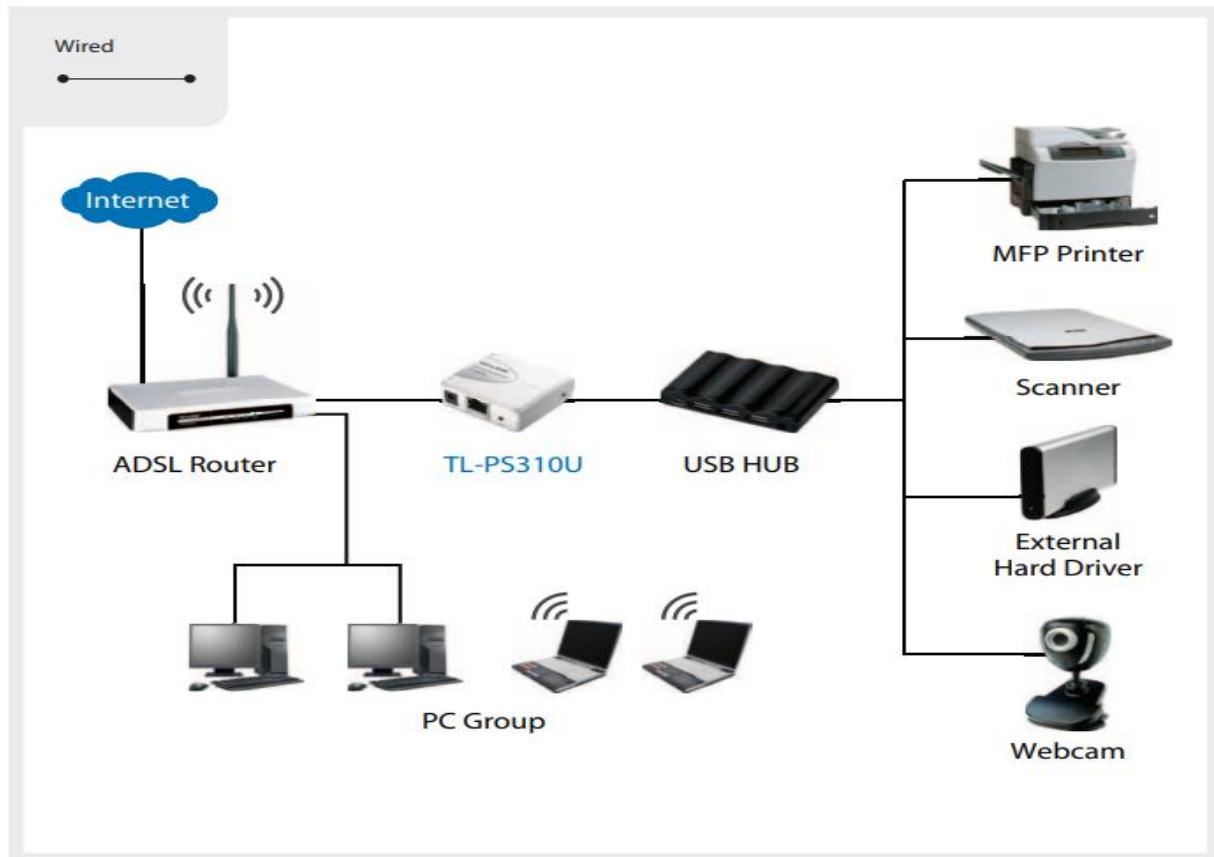


Рис 1.4. Діаграма підключення принт сервера з розширеним функціоналом.

Окрім таких моделей, є інтегровані моделі всередину пристрою. Так званий Інтернет-принтер або мережевий принтер – це принтер з функцією підключення до комп'ютерної мережі (з використанням технологій Ethernet або Wi-Fi) та програмним забезпеченням, яке реалізує підтримку стеку протоколів TCP/IP, та засоби налаштування та керування пристроєм [2]. Тобто, така модель має на борту персональний сервер друку. До переваг відноситься можливість друку зі смартфона, швидкість налаштування, адже маємо лише один незалежний пристрій, котрий не потребує налаштувань. Недоліком такого підходу є дуже

підвищена ціна на пристрій загалом та за рахунок додаткової розробки окремого інтерфейсу додатку. Загалом, доступна ціна жертвується для отримання комфорту користування.

Як бачимо, сфера використання існуючих моделей направлена на персональне використання вдома та у офісах, в будинках адміністративного типу, навчальних закладах. Всі налаштування друку виконуються вручну із застосуванням іншого комп'ютера, який з'єднаний із копіювальним пристроєм. У даній розробці головною відмінністю є сфера призначення, що потребує втілення робочого інтерфейсу як інтеграція системи оплати та сервісного обслуговування.

1.2 Аналіз технічного завдання

Під час написання дипломного проекту виконується повний аналіз та розрахунок схеми, елементів, різні варіанти як покращити пристрій частково або взагалі.

Для обирання кращих елементів потрібно використовувати більш сучасні технології, тому в даній роботі задіємо технологію SMD. Основні елементи розміщують по матриці елементів для забезпечення максимально коректної взаємодії з іншими елементами на платі. Для аналізу довготривалості роботи приладу робиться розрахунок надійності та порівняння його з умовами ТЗ.

Оберемо з двох можливих варіантів реалізації взаємодії користувача з програмним інтерфейсом. Перший варіант - незалежно від місця знаходження клієнта, використовуючи глобальну мережу Інтернет. У протиположності створення багатьох додатків для різних пристроїв доцільно використовувати месенджер Telegram. Націленість цієї платформи на швидкість роботи та конфіденційність заробили довіру у користувача, що теж потрібно враховувати при розробці функціонального інтерфейсу. Другий варіант – локально, надаючи доступ до інтерфейсу після встановлення з'єднання смартфона з пристроєм.

Сформулюємо наступні вимоги до архітектури універсального сервера друку:

					ДК61.466451.001ПЗ	Арх.
Змн.		№ докум.	Підпис	Дата		

- можливість доступу зі звичайного смартфона;
- надання послуг сервісу без управляючого персоналу;
- поєднувати пристрої, що мають кольоровий (з системою безперервної подачі чорнил), чорно-білий (лазерний) друк, сканування та роздруківка зображень на фотопапері;
- швидке отримання послуг;
- здійснення фінансових операцій у режимі онлайн;
- має бути можливим використання сервера друку для автоматизації на типографіях.

Очевидно, що для роботи з декількома пристроями необхідний USB-концентратор для розширення кількості робочих портів. Задля того, щоб лишити пристрій мінімальних розмірів, використовуємо зовнішній концентратор для одночасно підтримання зв'язку з периферією. Наприклад, це може бути декілька плотерів, МФУ та сканер, чого достатньо для копіювально-розмножувальної служби.

Швидкість надання послуг забезпечують оптимальні параметри для швидкості передачі файлів на сервер. Передача файлів повинна здійснюватись, використовуючи Wi-Fi або Bluetooth технологію. Користувач, маючи підключення до глобальної мережі Інтернет зі швидкістю підключення 100 Мбіт/с, витратить основну частину часу, уточнюючи налаштування. Зв'язок через глобальний сервер зручно мати через доступ до Telegram-боту [6]. Реалізація бота проводиться на мові програмування Python, що надає можливості швидкого написання програм за допомогою розроблених бібліотек та інструментів членами спільноти.

Використання месенджера забезпечує з'єднання кожного користувача з сервером друку. Виключається можливість, що файли будуть переглядатись людьми, що спрощує взаємодію. Самі ж файли видаляються після надання послуг чи після вичерпання часу очікування з ціллю звільнення місця на носії.

					ДК61.466451.001ПЗ	Арх.
Змн.		№ докум.	Підпис	Дата		

Таким чином, імплементація алгоритму є тим фактором, що економить час, потрібний для надання послуг.

Наступним кроком є оплата, при цьому використання банківської картки з вмонтованим чіпом та NFC-зчитувача [3] буде більш оптимально, аніж готівкою, що за собою розуміє встановлення грошового валідатора. Порівняння цін складових компонентів показало, що використання купюроприймача призводить до значного збільшення ціни, тому не є повністю виправданим. Обрано програмний інтерфейс для оплати, тобто, не покидаючи месенджер. Інтеграція онлайн-систем оплати повністю виправдовує себе, адже у цьому випадку задіяні сервіси завчасно налаштовані та мають зв'язок з банківськими установами.

Розглянемо взаємодію користувача з сервером друку. Клієнт відправляє повідомлення до Telegram бота, проводиться аналіз отриманих команд та документів, налаштувань; клієнту надсилається вартість послуги. Після отримання підтвердження про оплату алгоритм виконає потрібну послугу, вибравши відповідний пристрій. Користувач отримує готовий результат, наприклад, роздруківку або електронну копію документа.

Маємо наступну блок-схему, яка демонструє взаємодію користувача та

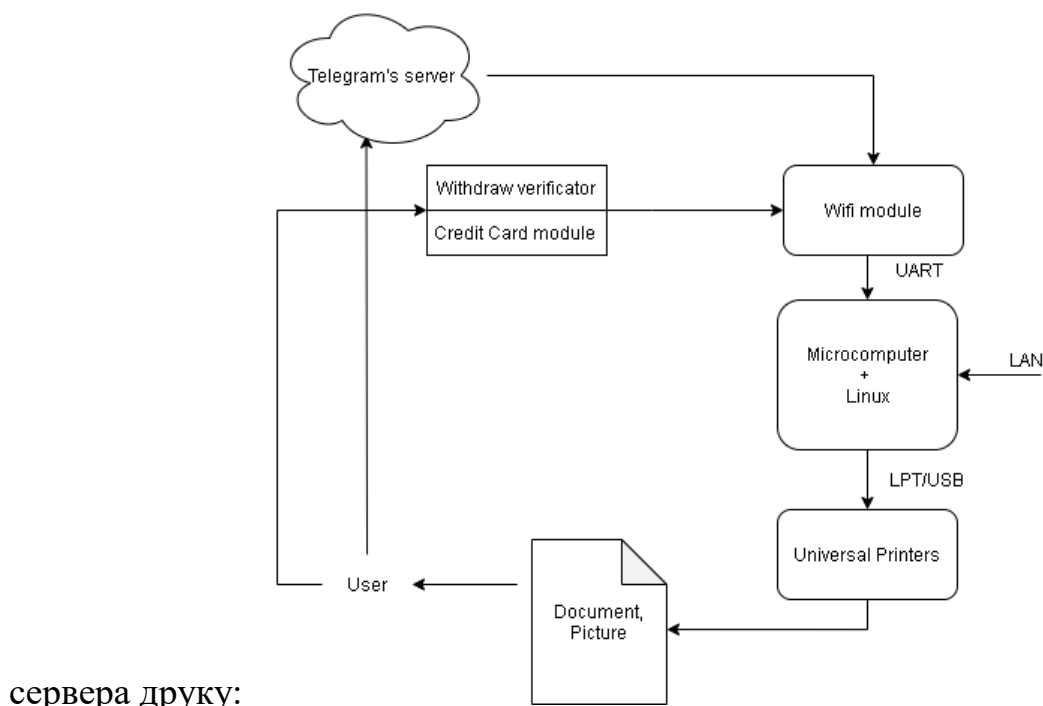


Рис 1.5 Блок-схема взаємодії з користувачем

Висновки до розділу

Розглянуто варіанти реалізації апаратної та програмної частин, описано їх функціонування. У якості платформи для розробки обрано ядро Linux та інструменти розробки мови python для реалізації алгоритму взаємодії з користувачем. Середовищем для роботи програми є месенджер Telegram.

Описані складові частини архітектури універсального сервера друку досить легко інтегруються у робочу модель, при цьому зберігається можливість розширювати її функціонал.

					ДК61.466451.001ПЗ	Арх.
Змн.		№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2. ОПИС ТА АНАЛІЗ СХЕМИ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ПРИНЦИПОВОЇ

Вибір мікроконтролера проведемо за технічними параметрами, додавши також наявність необхідних інтерфейсів обміну даних, ціну та напругу живлення.

Таблиця 2.1 Порівняння характеристик МК

МК	USB, Ethernet	Wi- Fi	VCC, V	RAM, Mb	Memory, Gb	Ціна, \$
BeagleBone	++	-	5	512	4	55
PocketBeagle	++	-	3.3	512	4	36
RaspBerry Pi 3	++	+	5	1024	4	48

Принципова схема проектується, беручи за основу структурну схему рис 1.5, по якій планується покрокова розробка приладу.

Аналіз найбільш широко використовуваних відлагоджувальних плат показав, що BeagleBone Black [7] повністю задовольнить потреби нашого пристрою, відповідно, можемо взяти за основу логіки для роботи ОС працюючий набір компонентів. Розглянемо, як структурно пов'язані елементи всередині плати для розробників.

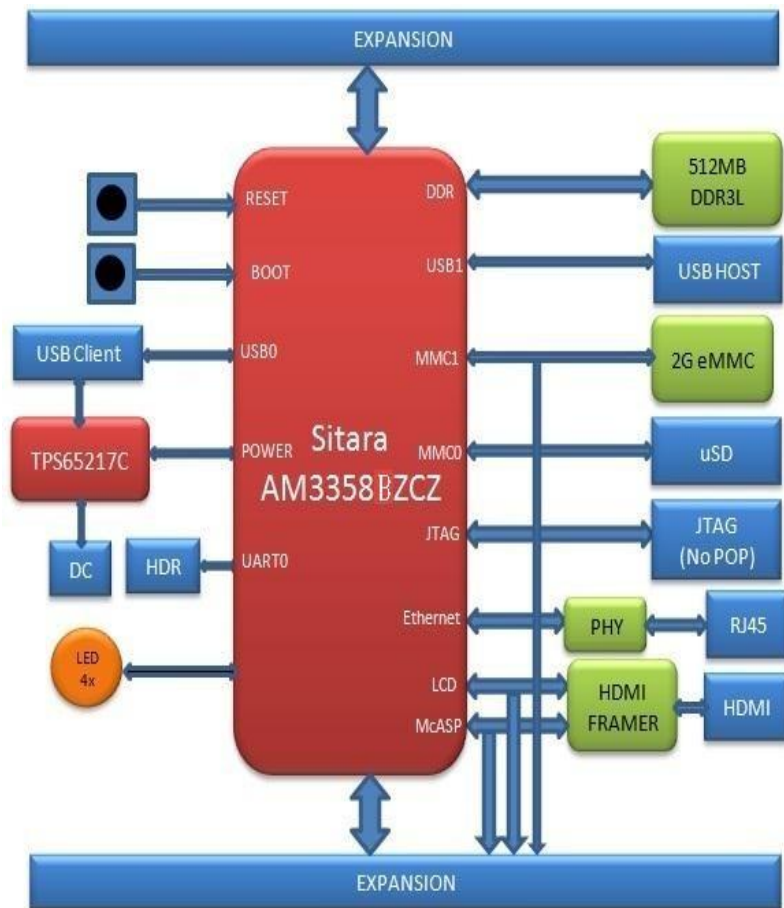


Рис 2.1 Структурна схема апаратної частини

Опишемо призначення основних використовуваних блоків. Процесор пристрою виконує інструкції, що надходять з ядра Linux. Разом з необхідними драйверами воно завантажується в оперативну пам'ять (приєднується до DDR) з внутрішнього носія (блок eMMC). Доступ до мережі Інтернет надається після підключення до точки доступу через Wi-Fi модуль. До шини USB у якості клієнтів приєднуються периферійні пристрої, що будуть задіяні. Живлення подається через мікросхему керування живленням (TPS65217C).

Розділ 3. Вибір елементної бази.

3.1 Вибір елементної бази.

Вибір елементної бази проводиться на основі схеми електричної принципової з урахуванням викладених у ТЗ умов і вимог.

Вибір мікросхем

Вибір елементної бази буде здійснюватися методом вибору ІС по матриці параметрів.

Для прикладу буде розглянуто вибір необхідної ІС, які повністю аналогічні по своїй функціональності.

Таблиця 1

Серія ІС	Параметри				
	$V_{cc_{max}}$, V	U_{omin} , V	I_{omax} , uA	t_{pd} , ns	Ціна, \$
TPS65217C	15	9,95	0,15	100	5.3
TPS652170R SLR	9	8,2	0,3	220	4.56
TPS652170R SLT	15	9,2	1,3	80	10.69
TPS65217AR SLR	4,5	2,5	0,7	11	9.31
Ваговий коєф b_j	0,3	0,25	0,15	0,1	0,2

Вибираємо вагові коефіцієнти у відповідності до важливості параметру.

Складаємо матрицю параметрів $|X|$ згідно таблиці 1.

	-	-	-	-
15	9,95	0,15	100	0.12
9	8,2	0,3	220	0,042
15	9,2	1,3	80	0,17

4,5	2,5	0,7	11	0,25
-----	-----	-----	----	------

Аналізуємо параметри (стовпчики) матриці та приведемо їх до такого вигляду, щоб більшому значенню параметра відповідала найкраща якість ІС. Параметри, що не задовольняють цій умові, перераховуються за формулою:

$$Y_{ij} = \frac{1}{X_{ij}}$$

$i = \overline{1, n}$ – кількість вибраних ІС

$j = \overline{1, m}$ – кількість параметрів ІС.

Параметри, які більшому значенню не відповідає найкраща якість матриці $|X|$, позначені «-».

Тоді матриця приведених параметрів $|Y|$ приймає вигляд:

15	0,1	6,667	0,01	8,333
9	0,122	3,333	0,0045	23,81
15	0,109	0,769	0,013	5,882
4,5	0,4	1,429	0,091	4

Далі матрицю $|Y|$ приведемо до матриці $|A|$ - нормованих параметрів. Нормування параметрів виконуємо за наступною формулою:

$$a_{ij} = \frac{\max_j y_{ij} - y_{ij}}{\max_j y_{ij}} \quad (1)$$

Де $\max_j y_{ij}$ – максимальний елемент у стовпчику;

y_{ij} – поточне значення елемента у стовпчику $|Y|$.

0,000	0,749	0,000	0,890	0,650
0,400	0,695	0,500	0,950	0,000
0,000	0,728	0,885	0,863	0,753
0,700	0,000	0,786	0,000	0,832

Для узагальненого аналізу системи параметрів вводимо оцінюючу функцію.

$$Q_i = \sum_{j=1}^m a_j b_j$$

b_j – ваговий

$$\sum_{j=1}^m b_j = 1$$

$$Q_{CD4000} = 0 \cdot 0,3 + 0,75 \cdot 0,25 + 0 \cdot 0,15 + 0,89 \cdot 0,2 + 0,65 \cdot 0,1 = 0 + 0,1875 + 0 + 0,178 + 0,065 = 0,43019$$

Серія IC	Q
TPS65217C	0,43019
TPS652170RSLR	0,55878
TPS652170RSLT	0,56255
TPS65217ARSLR	0,41106

Визначивши Q_i для кожної з порівнюваних серій IC, виберемо ту серію, яка найбільш задовольняє вимогам, що пред'являються до ЕОА. Меншому значенню Q відповідає краща серія IC.

З аналізу робимо висновок, що найкраще підходить серія TPS65217ARSLR, проте ця перевага не досить значна, параметри інших IC близькі за значеннями, але за таку якість ця серія найбільш вартісна. Для виробництва одиничного екземпляру це не дуже важливо, тому ціну враховувати більш доцільно при серійному виробництві.

Виробником IC TPS65217C є корпорація Texas Instruments, котра має якісну продукцію. За розрахунком дана серія IC йде наступною по якості, оскільки вона дає кращу якість за меншу ціну, обираємо в серійне виробництво саме цю IC.

Виберемо інші складові для пристрою. Ряд інших IC, котрі використовуються, виготовляє також компанія TI, тому вибираємо їх, керуючись ціною. Це мікросхеми TL5209DR, SN74LVC1G74DCTR, ASDMB.

					ДК61.466451.001ПЗ	Арх.
Змн.		№ докум.	Підпис	Дата		

Вибір резисторів

При виборі типу резистора враховуємо наступні параметри: номінальний опір, нормований допуск, розсіювана потужність, робоча температура, тип резистора, максимальна робоча напруга, спосіб монтажу.

Виходячи з вимог викладених в ТЗ і схеми електричної принципової, вибрали потрібний тип резисторів. Будемо використовувати резистори SMD 0402 5%. У пристрої використання високоточних резисторів недоцільно, згідно до джерела розробки проекту достатньо допуску $\pm 5\%$ підходить. Потужність 1/16Вт. Робоча температура $-55^{\circ}\text{C} \dots +125^{\circ}\text{C}$ з великим допуском покриває температурний режим роботи резисторів в пристрої. Максимально робоча напруга 12В є більш ніж достатньою для коректної роботи пристрою.

Вибір конденсаторів

При виборі конденсатора для конкретного пристрою враховуємо наступні параметри: необхідне значення ємності конденсатора, робоча напруга конденсатора, необхідна точність, тип конденсатора, робоча температура, спосіб монтажу.

Аналізуючи дані параметри, вибрали конденсатор, який буде задовольняти всі вимоги викладені в ТЗ і схемою електричною принциповою. Зупиняємо свій вибір на керамічних конденсаторах 0402 6.3В X5R 10%. Конденсатор має точність $\pm 10\%$. Робоча напруга на 6.3 В. Діапазон робочих температур: від -55°C до $+125^{\circ}\text{C}$. Тип монтажу компоненту - SMD. Даний конденсатор широко поширений, має широкий діапазон робочих температур та невисоку вартість.

Вибір стабілізаторів напруги

На стабілізаторі вихідна напруга повинна дорівнювати 5В. Відповідно, для такої напруги обираємо стабілізатор TPS65217 згідно документації.

Вибір кварцових резонаторів

Резонатор у схемі працює на частоті 32768 Гц. Схема не працює на високих температурах. Тому обираємо резонатор CRYSTAL 32.768KHZ 12.5PF. Він має менший температурний діапазон роботи, аніж інші резонатори цієї серії, проте

					ДК61.466451.001ПЗ	Арх.
Змн.		№ докум.	Підпис	Дата		

має менші розміри. В даному випадку цей параметр має більш значний ваговий коефіцієнт.

					ДК61.466451.001ПЗ	Арк.
Змн.		№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки: вибрано елементну базу, за допомогою матриці параметрів було обрано різні параметри мікросхем. Кожен параметр має свій ваговий коефіцієнт. Мікросхеми, що порівнювалися, мають однаковий функціонал, тому по матриці параметрів можна вибрати з них більш кращу.

Інші елементи були вибрані з огляду на максимальне використання SMD технології. Сучасна апаратура базується саме на SMD, що дозволяє максимально використовувати плати з двох сторін та робити їх багат шаровими. Також завдяки SMD зменшується розмір елементів і сумарний розмір всього пристрою. У випадках, де не вдалось знайти SMD аналог, буде використовуватись DIP технологія.

Обрана елементна база забезпечує виконання вимог викладених в ТЗ.

					ДК61.466451.001ПЗ	Арк.
Змн.		№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 4. ВИБІР ДРУКОВАНОЇ ПЛАТИ. КОНСТРУКТОРСЬКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ЕЛЕМЕНТІВ ДРУКОВАНОГО МОНТАЖУ.

4.1 Вибір типу та матеріалу ДП

Друкована плата— пластина, виконана з діелектрика (склотекстоліт, текстоліт, гетинакс, ситал тощо), на якій або всередині якої сформований хоча б один шар з провідними доріжками. На друковану плату монтуються електронні компоненти, які з'єднуються своїми виводами з елементами провідного рисунка паянням, у результаті чого складається електронний модуль — змонтована друкована плата.

Друковані плати за конструкцією поділяються на такі класи:

- односторонні (одношарові) - ОДП,
- двосторонні (двошарові) – ДДП,
- багатошарові - БДП.

Односторонні друковані плати використовуються виключно для одностороннього монтажу елементів гладкі (неметалізовані) отвори. Установка елементів на поверхню практикується зазвичай в аматорських або макетних конструкціях. Весь електричний монтаж здійснюється на одному шарі. Загальноприйнято вважати першим (верхнім) шаром той, на якому розташовані елементи.

Відомо два різновиди двосторонніх ДП (ДДП): без металізації і з металізацією наскрізних отворів. Плати без металізації по багатьом параметрам відповідають одностороннім платам. Але за наявності ще одного шару підвищується трасувальна здатність ДП і щільність компонування елементів. Плати з металізацією перехідних отворів мають високу трасувальну здатність, забезпечують високу щільність монтажу елементів і хорошу механічну міцність їх кріплення. Технологічний процес виготовлення

двосторонніх плат, також як односторонніх, є частиною більш загального процесу виготовлення багатошарових ДП. Однак для двосторонніх плат не

					ДК61.466451.001ПЗ	Арх.
Змн.		№ докум.	Підпис	Дата		

потрібно застосовувати пресування шарів, значно простіше виконується очищення отворів після свердління.

Також слід зауважити, що популярна і проста в своєму логічному розумінні методика трасування ДП на одній стороні перпендикулярно ніж на іншій також має найбільш практичне застосування саме на ДДП і не потребує більших шарів, тому що траси і так не будуть пересікатись одна з іншою.

БДП складаються із спресованих шарів, ізолюваних один від одного ізоляційною основою. Вони діляться на дві групи: з міжслойованими сполуками, коли з'єднання шарів здійснюється об'ємними деталями (штирями, заклепками, перекриттями та ін) або за допомогою хіміко-гальванічної металізації; без міжшарових з'єднань. На платі можуть бути наскрізні і перехідні отвори, що забезпечують електричну зв'язок між шарами. Також вони включають додаткові екранні шари (земля і харчування), а також кілька сигнальних шарів.

Згідно ТЗ і схеми електричної принципової вибираємо ДДП для нашого завдання. Вибираємо саме завдяки тому, що схема не має велику складність. Щоб не було більших затрат на виробництво усю конструкцію достатньо розмістити на ДДП.

Правильний вибір матеріалів, технологічних процесів і елементної бази при розробці сучасних друкованих вузлів багато в чому визначає рівень працездатності і надійності електронного пристрою в цілому при раціональних економічних витратах у виробництві.

При виробництві ДП застосовуються вітчизняні та імпорتنі матеріали різних виробників. Матеріали, що застосовуються в якості основи для ДП повинні мати:

- високі електроізоляційні властивості,
- достатню механічну міцність,
- бути стійкими до кліматичних впливів.

Цим вимогам задовольняють електротехнічні матеріали: склотекстоліт, кераміка, фторопластова плівка, сапфір і ін..

					ДК61.466451.001ПЗ	Арк.
Змн.		№ докум.	Підпис	Дата		

В даний час введено новий параметр - опірність займання. Для цього параметру виділені полімерні композиційні матеріали FR-1 ... FR-5 в залежності від вибраного класу точності. В нашій платі є металізовані отвори. FR-3, котрий є модифікацією FR-2 призначений для виробництва плат без металізації отворів. Цього недоліку не має FR-4. Саме він є найбільш поширеним матеріалом для виробництва ДДП і БДП, а також вітчизняний СФ2. Обираємо саме FR-4, бо він імпортований та більш надійний і сучасний, ніж його вітчизняний аналог. Стандартний FR-4 представляє собою композитивний матеріал на основі скловолокна (склотекстоліти). Має товщину 1,5 мм і складається з 8 шарів склотекстоліту. Застосування FR-4 дозволяє отримати отвори високої якості, а це важливо для монтажу елементів в отвори.

Таким чином, для реалізації ДДП обраний сучасний, з високими параметрами матеріал FR4-2-35-1,5. Даний матеріал є фольгованим склотекстолітом з підвищеною нагрівостійкістю, товщиною 1,5 мм, облицьований з двох сторін мідною електролітичною фольгою товщиною 35 мкм.

4.2 Вибір класу точності ДП

Точність виготовлення ДП залежить від комплексу технологічних параметрів і з практичної точки зору визначає основні параметри елементів ДП. В першу чергу це відноситься до мінімальної ширини провідників, мінімального зазору між елементами провідного малюнка і до ряду інших параметрів.

ГОСТ 23751-86 передбачає п'ять класів точності ПП. Вибір класу точності завжди пов'язаний з конкретним виробництвом. Спроба вирішити цю задачу в зворотному порядку може призвести до того, що проект не буде реалізований.

При конструкторському-технологічному розрахунку необхідно використовувати граничні значення елементів друкованого монтажу з урахуванням похибки їх виконання. Необхідні граничні значення елементів друкованого монтажу і допустимі похибки наведені в таблицях 4.1 і 4.2.

					ДК61.466451.001ПЗ	Арх.
Змн.		№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.1. Граничні значення основних параметрів ПМ

Параметер	Позначення	Клас точності			
		2	3	4	5
Ширина друкованого провідника, мм	$b_{\text{прГ}}$	0,45	0,25	0,15	0,10
Відстань між елементами друкованого монтажу, мм	$l_{\text{Г}}$	0,45	0,25	0,15	0,10
Гарантований поясок, мм	$b_{\text{по}}$	0,20	0,10	0,05	0,03
Відношення номінального діаметру найменшого з металізованих отворів до товщини друкованої плати, мм	$K_{\text{дт}}$	0,40	0,33	0,25	0,20

Таблиця 4.2. Допустимі похибки виконання елементів ПМ

Похибка	Обозначення	Максимальне значення, мм
Зміщення провідників відносно ліній КО	$\delta_{\text{сп}}$	0,05
Розташування отворів (всіх) відносно вузлу КО	$\delta_{\text{о}}$	0,07
Розташування КМ відносно вузлу КО	$\delta_{\text{КМ}}$	0.015(0.05)
Фотокопії та фотошаблону	$\delta_{\text{фф}}$	0,06
Розташування КМ відносно вузлу КО на фотошаблоні	$\delta_{\text{фш}}$	0,05

Згідно ГОСТ 23751-86 , виготовлення ДП п'ятого класу точності вимагає застосування унікального високоточного обладнання, спеціальних (як правило, дорогих) матеріалів і навіть створення у виробничих приміщеннях «чистої зони». Таким вимогам відповідає не кожне виробництво. Однак, ДП невеликого розміру можуть виконуватися по п'ятому класу на обладнанні, що забезпечує виробництво плат четвертого класу.

ДП четвертого класу випускаються на високоточному обладнанні, але вимога до матеріалів, обладнання і виробничих приміщень нижче, ніж для п'ятого класу.

ДП третього класу - найбільш поширені, оскільки, з одного боку, забезпечують досить високу щільність трасування і монтажу, а з іншого - для їх виробництва достатньо звичайного спеціалізованого обладнання.

					ДК61.466451.001ПЗ	Арк.
Змн.		№ докум.	Підпис	Дата		

Випуск ДП другого і третього класів здійснюється на звичайному не спеціалізованому обладнанні. Такі ДП, з невисокими конструктивними параметрами, призначені для недорогих пристроїв з малою щільністю монтажу.

На даний момент ГОСТ 23751-86 слабо актуальний до виробництва ІС. Більшість розробників використовують інший стандарт IPC-A-600. Для схеми даного дипломного проекту 4 стандарт точності підходить. Крім цього, у ГОСТ 23751-86 говориться: «Для свободного места указанные значения допускается устанавливать по любому более низкому классу, а для первого класса — увеличивать в два раза».

Для даного завдання вибираємо 4-ий клас точності, так як у нашій схемі застосовуються сучасні SMD мікросхеми, котрі мають малий габаритний розмір, а 4-ий клас точності забезпечує достатню щільність трасування і монтажу з урахуванням необхідних габаритів пристрою. Також обраний клас точності дозволяє проводити друковані провідники поміж контактних майданчиків мікросхем з планарними виводами.

4.3 Обґрунтування методу виготовлення ДП

При виборі необхідного методу виготовлення розглянули наступні методи:

- хімічний субтрактивний метод,
- комбінований позитивний метод,
- метод попарного пресування друкованих плат,
- метод пошарового нарощування,
- метод металізації наскрізних отворів.

Вивчивши переваги, недоліки комбінованого методу і вимоги викладені в ТЗ, будемо використовувати комбінований позитивний метод.

4.4 Виконання конструкторсько-технологічного розрахунку елементів ДМ

Розрахунки проведені згідно з ГОСТ 23751-86

					ДК61.466451.001ПЗ	Арк.
Змн.		№ докум.	Підпис	Дата		

4.4.1. Визначення мінімальної ширини друкованого провідника по постійному струму для ланцюгів живлення та землі.

Мінімальна ширина друкованого провідника по постійному струму $b_{\min I}$ (мм) для ланцюгів живлення та «землі» визначається виразом 4.1:

$$b_{\min I} = \frac{I_{\max}}{j_{\text{доп}} \cdot t_{\text{пров}}}, \quad (4.1)$$

де I_{\max} – максимально можливий струм в ланцюгу, А

$j_{\text{доп}}$ – допустима щільність струму для ДП, яка виготовлена

комбінованим позитивним методом, $j_{\text{доп}} = 48 \frac{\text{А}}{\text{мм}^2}$

$t_{\text{пров}}$ – товщина друкованого провідника, яка визначається виразом (4.2)

Друкований провідник виготовлюється комбінованим позитивним методом.

Згідно методу виготовлення:

$$t_{\text{пров}} = h_{\phi} + h_{\text{ГМ}} + h_{\text{ХМ}}, \quad (4.2)$$

де h_{ϕ} – товщина фольги, $h_{\phi} = 0,035$ мм

$h_{\text{ГМ}}$ – товщина шара гальванічно осадженої міді, $h_{\text{ГМ}} = 0,055$ мм

$h_{\text{ХМ}}$ – товщина шара хімічно осадженої міді, $h_{\text{ХМ}} = 0,0065$ мм

$$t_{\text{пров}} = 0,035 + 0,055 + 0,0065 = 0,0965 \text{ мм}$$

Параметр I_{\max} в виразі (4.1) визначається як сума струмів, які споживають усі активні елементи схеми.

У результаті:

$$I_{\max} = 5 + 0,03 + 1,8 + 0,01 + 0,15 + 33 = 40 \text{ мА}$$

Тоді мінімальна ширина друкованого провідника на постійному струмі для ланцюгів живлення та «землі» визначається наступним чином:

$$b_{\min I} = \frac{I_{\max}}{j_{\text{доп}} \cdot t_{\text{пров}}} = \frac{0,04}{48 \cdot 0,0965} = 0,0086 \text{ мм}$$

Отримане значення мінімальної ширини провідника $b_{\min I} = 0,06$ мм входить в значення обраного 4 класу точності ($b_{\text{пр}}^{\text{Г}} = 0,15$ мм). Таким чином, оптимальна ширина провідника на постійному струмі для ланцюгів живлення та «землі» дорівнює розрахованому значенню.

					ДК61.466451.001ПЗ	Арх.
Змн.		№ докум.	Підпис	Дата		

4.4.2. Визначення мінімальної ширини провідника з урахуванням допустимого падіння напруги на ньому.

Мінімальна ширина провідника з урахуванням допустимого падіння напруги на ньому, визначається (4.3):

$$b_{\min U} = \frac{\rho \cdot I_{\max} \cdot L_{\text{пров}}}{U_{\text{доп}} \cdot t_{\text{пров}}}, \quad (4.3)$$

де ρ – питомий опір провідника, виготовленого комбінованим позитивним методом, $\rho = 0,0175 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$

$L_{\text{пров}}$ – довжина найдовшого друкованого провідника ДП, $L_{\text{пров}} = 360 \text{ мм}$

$U_{\text{доп}}$ – допустиме падіння напруги на друкованому провіднику,
 $U_{\text{доп}} = 0,05 \times E_{\text{п}},$

$$U_{\text{доп}} = 0,05 \times 12 = 0,6 \text{ В}$$

$$L_{\text{пров}} = 0,36 \text{ мм}$$

$$b_{\min U} = \frac{\rho \cdot I_{\max} \cdot L_{\text{пров}}}{U_{\text{доп}} \cdot t_{\text{пров}}} = \frac{0,0175 \cdot 0,04 \cdot 0,36}{0,0965 \cdot 0,6} = 4,35 \cdot 10^{-3} \text{ мм}$$

4.4.3. Визначення номінального діаметру монтажного отвору

$$d \geq d_{\text{вз}} + \Delta d_{\text{мо}} + r, \quad (4.4)$$

де $d_{\text{вз}}$ – діаметр виводу елементів, для якого визначається діаметр монтажного отвору,

Δd – нижнє граничне відхилення від номінального діаметру МО, $\Delta d_{\text{мо}} = 0,1 \text{ мм}$

r – різниця між мінімальним діаметром МО та максимальним діаметром виводу елемента, $r = 0,1 \dots 0,2 \text{ мм}$

$$d \geq d_{\text{вз}} + \Delta d_{\text{мо}} + r = 0,5 + 0,1 + 0,2 = 0,8 \text{ мм}$$

4.4.4. Визначення діаметра контактної площини.

$$D_{\min} = D_{\min 1} + 1,5 \cdot h_{\text{ф}} + 0,03, \quad (4.5)$$

де $D_{\min 1}$ – мінімальний ефективний діаметр КМ, мм,

$h_{\text{ф}}$ – товщина фольги, $h_{\text{ф}} = 0,035 \text{ мм}$. Коефіцієнт $1,5h_{\text{ф}}$ враховує підтравлювання фольги друкованого провідника у ширину,

					ДК61.466451.001ПЗ	Арк.
Змн.		№ докум.	Підпис	Дата		

0,03 – КМ виготовляють комбінованим позитивним методом.

$$D_{\min I} = 2 \cdot (b_{\text{по}} + \frac{d_{\max}}{2} + \delta_o + \delta_{\text{км}}), \quad (4.6)$$

де d_{\max} – максимальний діаметр отвору в ДП, мм,

$b_{\text{по}}$ – ширина пояса КМ, $b_{\text{по}} = 0,05$ мм (табл.4.1)

δ_o – похибка розташування центру отвору відносно вузла КС, $\delta_o = 0,07$ мм (табл.2),

$\delta_{\text{км}}$ – похибка розташування центру КМ відносно вузла КС, $\delta_{\text{км}} = 0,05$ (табл.2).

Максимальний діаметр отвору ДП:

$$d_{\max} = d + \Delta d + (0,1 \dots 0,15), \quad (4.7)$$

де d – номінальний діаметр МО, мм,

Δd – допуск на діаметр отвору, $\Delta d = 0,05$ мм

$d_{\max} = d + \Delta d + (0,1 \dots 0,15) = 0,7 + 0,05 + 0,1 = 0,85$ мм

$$D_{\min I} = 2 \cdot \left(b_{\text{по}} + \frac{d_{\max}}{2} + \delta_o + \delta_{\text{км}} \right) = 2 \cdot \left(0,05 + \frac{0,85}{2} + 0,07 + 0,05 \right) = 1,19 \text{ мм}$$

$$D_{\min} = D_{\min 1} + 1,5 \cdot h_{\phi} + 0,03 = 1,19 + 1,5 \cdot 0,035 + 0,03 = 1,27 \text{ мм}$$

Максимальний діаметр КМ:

$$D_{\max} = D_{\min} + 0,02, \quad (4.8)$$

$$D_{\max} = 1,27 + 0,02 = 1,29 \text{ мм}$$

4.4.5. Визначення мінімальної ширини провідника.

$$b_{\min} = b_{\text{пр}}^{\Gamma} + 1,5 \cdot h_{\phi} + 0,03, \quad (4.9)$$

де $b_{\text{пр}}^{\Gamma}$ – мінімальна ширина провідника. Визначаємо з таблиці класів точності (табл.1). Для 4-го класу точності ДМ $b_{\text{пр}}^{\Gamma} = 0,15$ мм

$$b_{\min} = b_{\text{пр}}^{\Gamma} + 1,5 \cdot h_{\phi} + 0,03 = 0,15 + 1,5 \cdot 0,035 + 0,03 = 0,23 \text{ мм}$$

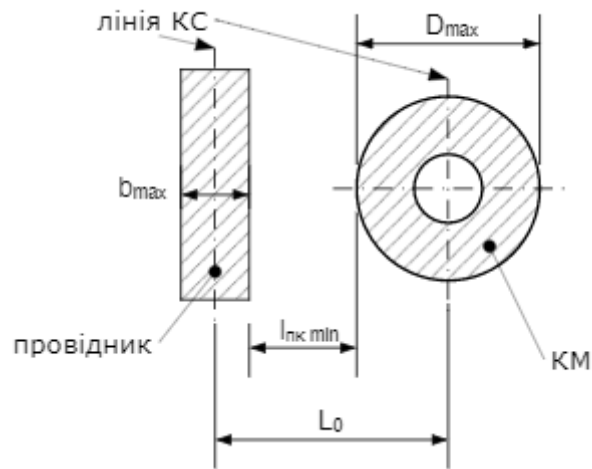
Максимальна ширина провідника:

$$b_{\max} = b_{\min} + 0,02, \quad (4.10)$$

$$b_{\max} = 0,23 + 0,02 = 0,25 \text{ мм}$$

					ДК61.466451.001ПЗ	Арх.
Змн.		№ докум.	Підпис	Дата		

4.4.6. Визначення мінімальної відстані між провідником та контактною площиною.



$$l_{\text{ПКМ min}} = L_0 - \left(\frac{D_{\text{max}}}{2} + \delta_{\text{КМ}} + \frac{b_{\text{max}}}{2} + \delta_{\text{СП}} \right), \quad (4.11)$$

де L_0 – відстань між центрами отворів та друкованим провідником, які кратні кроку КС, $L_0 = 1,25$ мм (найгірший випадок).

D_{max} – максимальний діаметр КП,

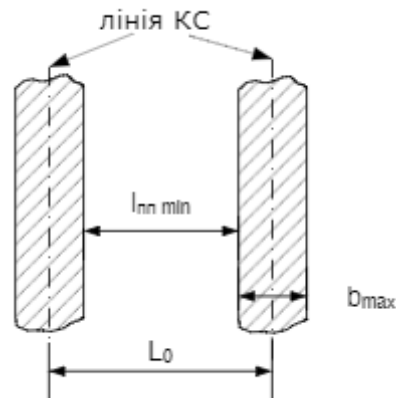
b_{max} – максимальна ширина провідника,

$\delta_{\text{КМ}}$ – похибка розташування центра КП відносно вузла КС, $\delta_{\text{КМ}} = 0,05$ (табл.2),

$\delta_{\text{СП}}$ – похибка, яка враховує зміщення провідника, $\delta_{\text{СП}} = 0,05$ мм

$$l_{\text{ПКМ min}} = L_0 - \left(\frac{D_{\text{max}}}{2} + \delta_{\text{КМ}} + \frac{b_{\text{max}}}{2} + \delta_{\text{СП}} \right) = 1,25 - \left(\frac{1,29}{2} + 0,05 + \frac{0,25}{2} + 0,05 \right) = 0,38 \text{ мм}$$

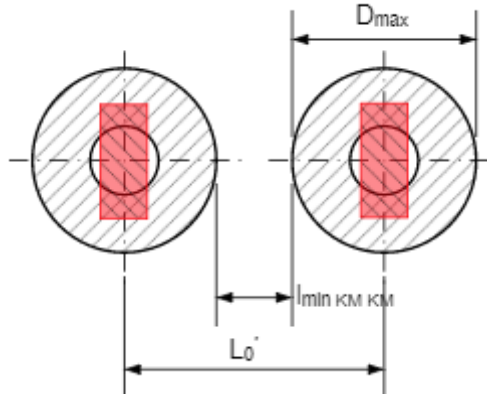
4.4.7. Визначення мінімальної відстані між двома сусідніми провідниками (між краями провідників).



$$l_{пп \min} = L_0 - (b_{max} + 2 \cdot \delta_{сп}), \quad (4.12)$$

$$l_{пп \min} = L_0 - (b_{max} + 2 \cdot \delta_{сп}) = 1,25 - (0,25 + 2 \cdot 0,05) = 0,9 \text{ мм}$$

4.4.8. Визначення мінімальної відстані між двох контактних площин.



$$l_{\min \text{ КМ КМ}} = L_{01} - (D_{max} + 2 \cdot \delta_{КМ}), \quad (4.13)$$

де L_{01} - відстань між центрами сусідніх КП, $L_{01}=2,5$ мм.

$$l_{\min \text{ КМ КМ}} = L_{01} - (D_{max} + 2 \cdot \delta_{КМ}) = 2,5 - (1,29 + 2 \cdot 0,05) = 1,11 \text{ мм.}$$

Отримане значення задовольняє 4-ий клас точності.

Висновки: в даній роботі в першу чергу був обраний клас точності для проекту. Для 5 класу використовують спеціальні умови, обладнання і т.і., його використовувати немає сенсу. Із тих, що залишились, найдоречніше обрати 4

клас. Тому всі розрахунки ширини, діаметру доріжок, контактних площадок мають бути менші або такого значення, які подані для 4 класу. В розрахунках було отримано дані менші, що є добрим показником. Після того, як розрахунки підтвердили можливість використання 4 класу, було обрано матеріал для друкованої плати, FR4-2-35-1,5. Насправді, цей матеріал був імовірно вибраний на початку роботи, але виходячи з того, що наша схема не досить складна, а за допомогою 4 класу точності виготовляються і складніші схеми, тобто, обраний клас повністю задовольняє даний проект.

					ДК61.466451.001ПЗ	Арк.
Змн.		№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 5. ЕЛЕКТРИЧНИЙ РОЗРАХУНОК ДРУКОВАНОЇ ПЛАТИ

Розрахунок виконується за умов, що плата виготовлена комбінованим методом [4], згідно ГОСТ Р 50621-93.

5.1. Визначення падіння напруги на найдовшому друкованому провіднику.

Падіння напруги на друкованому провіднику визначається:

$$U_{\text{пад}} = \frac{\rho \cdot I_{\text{max}} \cdot l_{\text{пр}}}{b_{\text{пр}} \cdot t_{\text{пр}}}, \quad (5.1)$$

де ρ - питомий об'ємний опір для комбінованого позитивного методу виготовлення ДП,

$$\rho = 0,0175 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$$

$l_{\text{пр}}$ – максимальна довжина друкованого провідника, $l_{\text{пр}} = 0,36 \text{ м}$.

$t_{\text{пр}}$ - товщина провідника, $t_{\text{пр}} = 0,0965 \text{ мм}$

I_{max} – максимальний струм у провіднику, $I_{\text{max}} = 40 \text{ мА}$

$$U_{\text{пад}} = \frac{\rho \cdot I_{\text{max}} \cdot l_{\text{пр}}}{b_{\text{пр}} \cdot t_{\text{пр}}} = \frac{0,0175 \cdot 0,04 \cdot 0,36}{0,25 \cdot 0,0965} = 0,01 \text{ В}$$

Розраховане падіння напруги не перевищує 5% від напруги живлення ($U_{\text{ж}} = 5 \text{ В}$).

5.2. Визначення потужності втрат двосторонньої друкованої плати.

Потужність втрат визначається:

$$P_{\text{пот}} = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot C \cdot E_n^2 \cdot \text{tg} \sigma, \quad (5.2)$$

де $f=1$, тому що розрахунок виконується на постійному струмі

$\text{tg} \sigma$ – тангенс кута діелектричних втрат для матеріала ДП, $\text{tg} \sigma = 0,002$ для матеріалу FR4

C – ємність ДП

$$C = \frac{0,009 \cdot \varepsilon \cdot S_m}{h}, \quad (5.3)$$

де ε – діелектрична проникність, $\varepsilon = 4,5$ для FR4

S_m - площа металізації, $S_m = 552,96 \text{ мм}^2$

h - товщина ДП, мм

$$C = \frac{0,009 \cdot \varepsilon \cdot S_m}{h} = \frac{0,009 \cdot 4,5 \cdot 552,96}{1,5} = 14,9 \text{ нФ}$$

					ДК61.466451.001ПЗ	Арк.
Змн.		№ докум.	Підпис	Дата		

$$P_{\text{пот}} = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot C \cdot E_n^2 \cdot \operatorname{tg} \sigma = 2 \cdot 3,14 \cdot 1 \cdot 14,9 \cdot 10^{-9} \cdot 144 \cdot 0,002 = 26,95 \text{ нВт}$$

5.3. Визначення ємності між двома сусідніми провідниками, які розташовуються на одній стороні ДП та мають однакову ширину

$$C = 0,12 \cdot \varepsilon \cdot l_{\text{пр}} \cdot \left[\lg \frac{2 \cdot S}{b_{\text{пр}} + t_{\text{пр}}} \right]^{-1}, \quad (5.4)$$

де S – відстань між двома паралельними провідниками, $S=0,9$ мм

$b_{\text{пр}}$ - ширина друкованого провідника, мм

$t_{\text{пр}}$ - товщина друкованого провідника, мм

$l_{\text{пр}}$ - довжина взаємного перекриття двох паралельних провідників, мм

$$C = 0,12 \cdot \varepsilon \cdot l_{\text{пр}} \cdot \left[\lg \frac{2 \cdot S}{b_{\text{пр}} + t_{\text{пр}}} \right]^{-1} = 0,12 \cdot 4,5 \cdot 40 \cdot \left[\lg \frac{2 \cdot 0,9}{0,25 + 0,0965} \right]^{-1} = 31,1 \text{ пФ}$$

5.4. Визначення взаємної індуктивності двох паралельних провідників однакової довжини

$$M = 0,02 \left(l_{\text{пр}} \lg \frac{\sqrt{l_{\text{пр}}^2 - L_0^2} + l_{\text{пр}}}{L_0} - \sqrt{l_{\text{пр}}^2 - L_0^2} + l_{\text{пр}} \right), \quad (5.5)$$

де $l_{\text{пр}}$ – довжина перекриття паралельних провідників, $l_{\text{пр}}=4$ см

L_0 -відстань між осьовими лініями двох паралельних провідників, $L_0=0,125$

см

$$M = 0,02 \left(l_{\text{пр}} \lg \frac{\sqrt{l_{\text{пр}}^2 - L_0^2} + l_{\text{пр}}}{L_0} - \sqrt{l_{\text{пр}}^2 - L_0^2} + l_{\text{пр}} \right) =$$

$$= 0,02 \left(4 \cdot \lg \frac{\sqrt{16 - 0,0156} + 4}{0,125} - \sqrt{16 - 0,0156} + 4 \right) = 0,144 \text{ нГн}$$

Висновки: Отримали значення падіння напруги на найдовшому провіднику 10 мВ, що значно нижче допустимої межі в 5% від напруги живлення. Потужність втрат дорівнює 26,95 нВт, що є незначною величиною. Паразитна ємність (31,1 пФ) та індуктивність (0,144 нГн) не впливають на роботу друкованого вузлу.

					ДК61.466451.001ПЗ	Арх.
Змн.		№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 6. РОЗРАХУНОК НАДІЙНОСТІ ДРУКОВАНОГО ВУЗЛА

Кількісна міра надійності кожного конструктивного елементу – його індивідуальне напрацювання до моменту виникнення відмови.

Характеристика надійності - середній час безвідмовної роботи визначається як:

$$T_{\text{ср}} = \frac{1}{\lambda}, \quad (6.1)$$

Інтенсивність відмов ЕРЕ є їх вихідною характеристикою надійності, залежить від режиму роботи та ступеню тяжкості таких зовнішніх впливів, як температура, тепловий удар, вологість, вібрації і т.д.

Тоді можна записати

$$\lambda_{\text{е}} = \lambda_{\text{ое}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot \dots \cdot K_n, \quad (6.2)$$

де $\lambda_{\text{ое}}$ - інтенсивність відмов елементу при нормальних умовах роботи (температура навколишнього середовища $T^{\circ}_{\text{окр.ср}} = 20 \pm 5^{\circ}\text{C}$, відносна вологість $65 \pm 15\%$); коефіцієнт електричного навантаження $K_n = 1$, K_1 , K_2 , K_n - поправочні коефіцієнти, що враховують режими роботи та умови експлуатації.

Для врахування впливу режиму роботи на інтенсивність відмов ЕОА вводять коефіцієнт навантаження, що дорівнює відношенню навантаження в робочому режимі до навантаження в номінальному режимі:

$$K_n = \frac{H_{\text{роб}}}{H_{\text{ном}}}, \quad (6.3)$$

Коефіцієнт навантаження для резисторів

$$K_{\text{н.р}} = \frac{P_{\text{роб}}}{P_{\text{ном}}} = \frac{U_{\text{роб}}^2}{R \cdot P_{\text{ном}}}, \quad (6.4)$$

для конденсаторів

$$K_{\text{н.с}} = \frac{U_{\text{роб}}}{U_{\text{ном}}}, \quad (6.5)$$

Розраховуємо коефіцієнти навантаження:

Резистори

$$U_{\text{роб}}^2 = 144\text{В}$$

$$P_{\text{ном}} = 0,125\text{Вт}$$

					ДК61.466451.001ПЗ	Арк.
Змн.		№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 6.1

R1	RES 4.75K 1/16W 1% 0402 SMD	0 ,01
R2	RES 4.75K 1/16W 1% 0402 SMD	, 00
R3, R4, R5	RES 4.75K 1/16W 1% 0402 SMD	1 ,15
R6	Resistor 1Mohm 1/16W 1% 0402	0 ,00
R7	RES 49.9 OHM 1/16W 1% 0402 SMD	0 ,12
R8, R9, R10, R11, R14	RES 0.0 OHM 1/16W 0402 SMD	0 ,04
R12, R15, R16	RES 33 OHM 1/10W 5% 0402 SMD	0 ,12
R13, R17	RES 10K OHM 1/16W 5% 0402 SMD	0 ,04
R1	RES 4.75K 1/16W 1% 0402 SMD	0 ,06
R2	RES 4.75K 1/16W 1% 0402 SMD	0 ,04
R3, R4, R5	RES 4.75K 1/16W 1% 0402 SMD	0 ,72
R6	Resistor 1Mohm 1/16W 1% 0402	0 ,12
R7	RES 49.9 OHM 1/16W 1% 0402 SMD	0 ,72
R8, R9, R10, R11, R14	RES 0.0 OHM 1/16W 0402 SMD	0 ,12
R12, R15, R16	RES 33 OHM 1/10W 5% 0402 SMD	0 ,72

Конденсатори:

$$U_{\text{ном}} = 50\text{В}$$

$$U_{\text{роб}} = 9\text{В}$$

Таблиця 6.2

C1, C3, C5, C6, C8, C13, C15, C19, C20, C21, C22, C24, C28, C29, C30, C31, C32, C34, C37	C-0402 10 В 10 мкФ 10% X5R AVX Corporation	,18
C2	C-0402 50 В 470 пФ 5% NP0 TDK Corporation	
C4, C23, C56, C60, C64, C79	C-0402 10 В 1 мкФ 10% X5R AVX Corporation	
C7	C-0402 10 В 2,2 мкФ 10% X5R AVX Corporation	
C9, C10, C12, C17, C25- C27, C33, C35, C36, C38 - C55, C57, C58, C59, C61, C62, C63, C65 - C78, C80 - C97	C-0402 6,3 В 0,1 мкФ 10% X5R TDK Corporation	
C11, C14, C16, C18	C-0402 50 В 18 пФ 5% NP0 TDK Corporation	
C1, C3, C5, C6, C8, C13, C15, C19 - C22, C24, C28 - C32, C34, C37	C-0402 10 В 10 мкФ 10% X5R AVX Corporation	
C2	C-0402 50 В 470 пФ 5% NP0 TDK Corporation	
C4, C23, C56, C60, C64, C79	C-0402 10 В 1 мкФ 10% X5R AVX Corporation	

Визначаємо результуючу інтенсивність відмов друкованого вузлу формувача величини напруги. Друкований вузол відноситься до наземної апаратури, експлуатується при $T_p = 60^\circ \text{C}$, інші умови експлуатації нормальні. Вихідні дані для розрахунку λ_p – схема принципова, перелік елементів, часова діаграма та інтенсивність відмов “компонентів надійності” від температурних впливів. По картам робочих режимів визначаємо коефіцієнти навантаження, температурні коефіцієнти ІС та інших ЕРЕ, підраховуємо кількість всіх елементів. Вихідні дані для визначення λ_p зведені до табл. 5.1

Таблиця 6.3

Компонент		$\lambda_{0e} \cdot 10^{-8},$ год ⁻¹	K_n	a_t	a_e	$N \cdot \lambda_{0e} \cdot$ $K_n \cdot a_t \cdot a_e \cdot 10^{-8}$
Конденсатор	79	2	0,18	0,4	20	54,72
Резистор						0
R1		4	0,065	0,15	20	0,78
R2		4	1,27	0,15	20	15,24
R3		4	12,7	0,15	20	152,4
R4		4	6,48	0,15	20	77,76
R5		4	1,27	0,15	20	15,24
R6		4	0,127	0,15	20	1,524
R7,R8		4	0,014	0,15	20	0,336
R9		4	1,38	0,15	20	16,56
R10		4	6,48	0,15	20	77,76
R11		4	0,065	0,15	20	0,78
R12-R17		4	0,648	0,15	20	46,656
R18		4	6,48	0,15	20	77,76
R19-R24		4	0,65	0,15	20	46,8

<i>R25</i>		4	1,38	0,15	20	16,56
<i>R26-R32</i>		4	0,065	0,15	20	5,46
Кварц. резонатор		4,6	0,8	1	20	73,6
ІС	12	1,17	1	1	20	280,8
Друкована плата		10	1	1	20	400
Контакт роз'єма		2	1	1	20	120
Пайка выводів	91	0,05	1	1	20	291
Перехідні отвори	3	0,0375	1	1	20	39,75
	Сумарна інтенсивність відмов друкованого вузла					2631,4 86

В таблиці 6.1:

a_e – поправочний коефіцієнт на вплив зовнішніх впливів (для переносної апаратури $a_e = 20$),

a_t - поправочний температурний коефіцієнт.

Показники інтенсивності відмов, що наведені в таблиці, дещо завищені, дозволяє виконати розрахунок для «найгіршого випадку».

Результуюча інтенсивність відмов дорівнює сумі інтенсивності відмов компонентів:

$$\lambda_p = \sum_{i=1}^n \lambda_{pi}, \quad (6.6)$$

$$\lambda_p = \sum_{i=1}^n \lambda_{pi} \approx 2631,486 \cdot 10^{-8} \text{ год}^{-1}$$

Середній час напрацювання до першої відмови:

					<i>ДК61.466451.001ПЗ</i>	Арх.
Змн.		№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_{\text{ср}} = \frac{1}{\lambda_p} = \frac{1}{2631,486 \cdot 10^{-8}} = 38001,34 \approx 38000 \text{ год.}$$

Ймовірність безвідмовної роботи на протязі року:

$$P = e^{-\lambda_p t} = e^{-2631,486 \cdot 10^{-8} \cdot 8760} \approx 0,794$$

Ймовірність відмов на протязі року:

$$Q(t) = 1 - 0,794 = 0,206$$

Графік залежності безвідмовної роботи ДВ та ймовірність відмов ДВ від часу представлені на наступних графіках

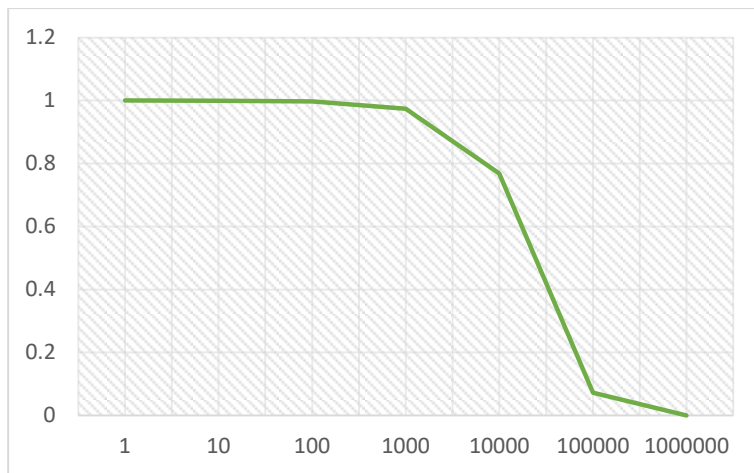


Рис. 6.1. Графік залежності безвідмовної роботи ДВ від часу

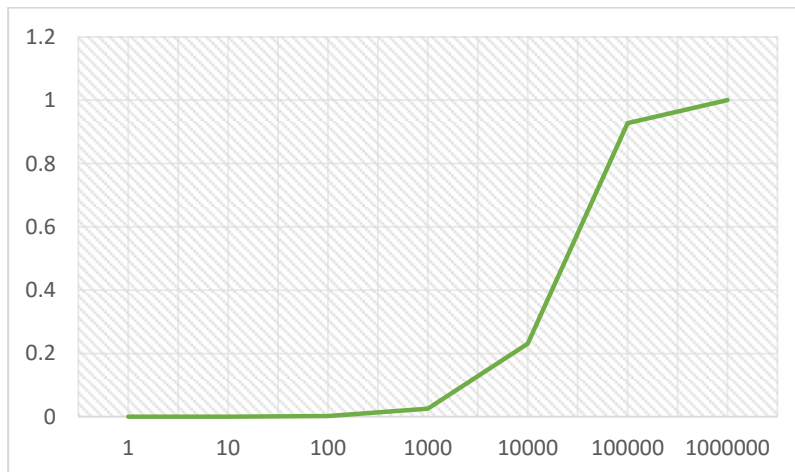


Рис. 6.2. Графік ймовірності відказу ДВ від часу

Висновок: отримане значення напрацювання на відмову відповідає технічному завданню. З одного боку розрахунок проведений за умов безперервної

роботи, що на практиці для даного приладу не завжди можливо. Але з іншої сторони в цих теоретичних розрахунках не враховані такі фактори як старіння приладу, його знос і т.д..

					ДК61.466451.001ПЗ	Арк.
Змн.		№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 7. ПРОЕКТУВАННЯ ДРУКОВАНИХ ПЛАТ У СЕРЕДОВИЩІ ALTIUM DESIGNER

Altium Designer – це система, що дозволяє реалізувати проекти електронних пристроїв на рівні схеми або програмного коду з можливістю в майбутньому передавати інформацію проектувальнику ПЛІС або друкованих плат. Відмінністю програми є проектна структура і наскрізна цілісність ведення розробки на різних рівнях проектування.

Програма AD надає великі можливості для розробки електронних пристроїв. Під час написання дипломної роботи були розглянуті такі можливості програми:

- самостійне створення бібліотеки компонентів (додавання УГП і посадкового місця);
- створення принципової електричної схеми;
- трасування друкованої плати (ручне або автотрасування).

7.1. Створення проекту друкованої плати.

PCB Project – це набір документів, необхідний для виготовлення друкованої плати, данні якої призначені для рішення однієї конструктивно-закінченої задачі. Документи представляють собою файли різних типів, котрі можуть додаватися в проект. Редагування документів виконується редактором, причому назва редактора співпадає з типом документу.

7.2. Створення бібліотеки компонентів.

AD має готові бібліотеки компонентів. Але використання даних бібліотек є неоптимальним у зв'язку з рядом недоліків:

- УГП компонентів не відповідає ГОСТ;
- Дана бібліотека не має вітчизняну елементну базу.

Тому для правильної, оптимальної роботи при проектуванні друкованого вузла необхідно створювати бібліотеку компонентів і моделі у відповідності до усіх вимог.

					ДК61.466451.001ПЗ	Арх.
Змн.		№ докум.	Підпис	Дата		

УГП і посадкові місця компонентів формуються у редакторі бібліотек (Library Editor). В середовищі AD є чотири типи бібліотек: моделей, символів, баз даних, інтегровані бібліотеки.

7.3 Створення схеми електричної принципової.

В кожному редакторі AD є свій набір панелей і інструментів для роботи. Основною панеллю, з якою ведеться робота в редакторі схем є панель Libraries. AD ділить об'єкти, котрі є на полі електричної схеми на графічні та електричні.

Процедура формування схеми насправді проста, в загальному випадку представляє собою послідовне розміщення і з'єднання на листі електричних і графічних об'єктів.

7.4. Створення розводки друкованої плати.

Створення файлу плати може бути виконано вручну, а також за допомогою майстра PCB Board Wizard, котрий по етапам запитує інформацію про ДП, котра потім виражається у виді конструктивних параметрів і правил проектування. Під розробкою конструктивних параметрів розуміється етап розробки ДП від формування файлу плати до розміщення компонентів, котрі складаються з чотирьох кроків: формування контуру ДП, описання стека слоїв, установки кріпильних отворів і визначення заборонених зон для трасування.

В AD задача інтерактивного трасування вирішується інструментом автотрасування, котрий знаходиться в меню AutoRoute. Автоматичне трасування окремих елементів дає не дуже задовільний результат, так як немає можливості настройки її алгоритму, котрий може бути вказаний тільки для трасування всієї плати.

					ДК61.466451.001ПЗ	Арх.
Змн.		№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 8. ПРОЄКТУВАННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Окрім фізичної можливості обробляти та приймати інформацію, потрібно правильно інтерпретувати її, щоб надавати якісні послуги.

Для реалізації проекту обрано у якості основи одну з найбільш зручних ОС для створення власного Embedded девайсів - GNU/Linux. Її ліцензія дозволяє вільно використовувати та змінювати її ядро та компоненти. Можемо обрати «легкий» дистрибутив з уже існуючих або використати спеціальні інструменти, що дозволяють зібрати власний дистрибутив, що міститиме лише потрібні модулі та програми для нашого принт-сервера. Дистрибутив визначає характеристики для потрібного об'єму RAM пам'яті, тактову частоту процесора, ємність фізичного накопичувача. У таких випадках використовують дистрибутив OpenWRT, адже він спеціально створений для різноманітних мережних пристроїв [15]. Це дозволить економити ресурси девайсу і використовувати їх більш доцільно.

Потреба у встановленні драйверів вирішується використанням відкритого програмного забезпечення CUPS (Common UNIX Printing System), воно гарантує підтримку більшості принтерів [4]. Використовується протокол IPP (Internet Printing Protocol) для керування чергами завдань [5]. CUPS Складається з диспетчера друку, планувальника та системи фільтрації, що перетворює дані друку у зрозумілий принтеру формат.

Послідовність інструкції наведено у блок-схемі алгоритму, якому слідуватиме бот, наведений нижче (рис 8.1).

Окрім того, потрібно реалізувати логіку взаємодії для блоку “Request payment” у вигляді аналізу прийнятих файлів. Перш за все провести аналіз розміру файлу та його розширення. Відфільтрувати за прийнятними значеннями, щоб було можливо завантажити його у оперативну пам'ять для відправлення на друк. За допомогою офісного додатку потрібно проаналізувати к-ть сторінок документу та зберегти файл у pdf копію задля того, щоб уникнути втрати оригінального форматування, адже кожна офісна програма використовує свою

					ДК61.466451.001ПЗ	Арх.
Змн.		№ докум.	Підпис	Дата		

мову розмітки (XML, TeX, RTF, VBA), тому даний аспект є дуже важливим, особливо у випадку використання MS Office Word. Описані дії реалізуються з використанням високорівневої мови програмування Python та спеціально встановленої бібліотеки для роботи з обраним пакетом офісного продукту (OpenOffice, LibreOffice) або використовувати запити до онлайн-конверторів, що надають пряме посилання на завантаження конвертованого файлу.

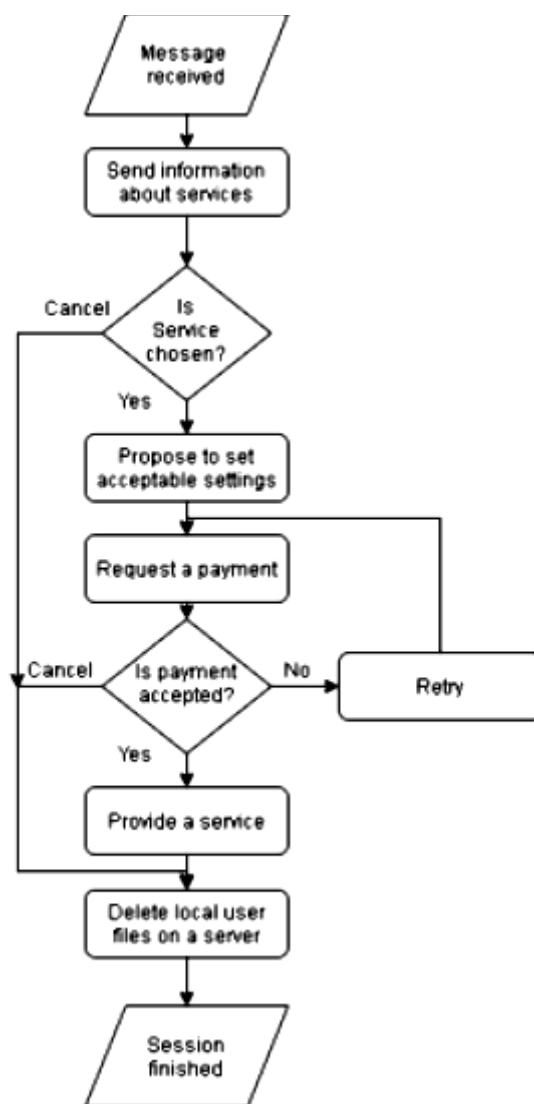


Рис 8.1 Блок-схема роботи програмного алгоритму.

Відправлення на друк відбувається схожим чином, зчитавши опції користувача про вказані сторінки документу, виконуємо термінальний запит до підпрограми lpd, яка реалізує інтерпретацію документу в зрозумілу для принтера формат у вигляді піксельного заповнення аркушу - PostScript.[12]

ВИСНОВОК

В даному дипломному проекті було розглянуто та застосовано на практиці способи створення ДВ та ДП, їх розрахунок.

Результатом цього став реальний пристрій, а саме універсальний сервер друку.

Під час його створення було розроблено технічне завдання і проведені наступні розрахунки, котрі повинні відповідати ТЗ. Було розглянуто метод вибору типу ДП, класу точності, розміри. За допомогою методу матриці елементів було оптимально розміщено елементи на платі та оптимальні зв'язки між ними. 4-ий клас точності дозволив робити трасування між доріжками мікросхеми. На основі розробки ДП була розроблена конструкторська документація.

Елементи: як мікросхеми, так і резистори та конденсатори в проекті відповідають сучасності, є імпортними та знаходяться у SMD корпусах. Розглянуто та застосовано на практиці методи розрахунку електричних властивостей ДП, котрі відповідають ТЗ.

Розрахунок надійності дав результат, що пристрій має час напрацювання на відмову 38000 годин, що є більшим, ніж вимагається у ТЗ.

Виконані розрахунки підтверджують, що пристрій відповідає сучасним нормам та вимогам, є достатньо надійним та працездатним.

					ДК61.466451.001ПЗ	Арх.
Змн.		№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Quantity and location of print-centers on GoogleMaps [Online]. - <https://www.google.com.ua/maps/>.
- [2] What is Internet-printer [Online]. - <https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/1506776>.
- [3] Tarang Rhythm, Tamalika NFC – Near Field Communication [Journal]. - Tamil Nadu : International Association of Scientific Innovation and Research, 2017.
- [4] Open source printing system CUPS [Online]. - <https://www.cups.org/>.
- [5] IPP protocol [Online]. - <https://tools.ietf.org/html/rfc2911>.
- [6] Hayk Saribekyan Akaki Margvelashvili Security Analysis of Telegram [Journal]. - 2017.
- [7] Gerald Coley System Reference Manual [Online]. - https://elinux.org/Beagleboard:BeagleBoneBlack#LATEST_PRODUCTION_FILES_.28A5A.29, 2019.
- [8] TP-Link print-servers:
<https://www.tp-link.com/uk-ua/home-networking/computer-accessory/tl-ps110u/>
- [9] TL-PS110U_V2_User_Guide:
https://static.tp-link.com/resources/document/TL-PS110U_V2_User_Guide_1910010381.pdf
- [10] TL-PS310U_V1_User_Guide:
https://static.tp-link.com/resources/document/TL-PS310U_V1_User_Guide.pdf
- [11] TL-PS310U_datasheet https://static.tp-link.com/resources/document/datasheet/TL-PS310U_ds.zip
- [12] Проект Документации FreeBSD
https://www.freebsd.org/doc/ru_RU.KOI8-R/books/handbook/printing-advanced.html#printing-advanced-convfilters
- [13] US Patent Print server. <https://patents.google.com/patent/US8508755B2/en>
- [14] Controlling printing using a print server having a graphical user**

					ДК61.466451.001ПЗ	Арх.
Эмн.		№ докум.	Підпис	Дата		

interface: <https://patents.google.com/patent/US6469796B1/en>

[15] OpenWRT OS <https://openwrt.org/toh/texas.instruments/beagleblack>

ГОСТ 12.2.007-75

ГОСТ 15150-69

ГОСТ 23571-86

ГОСТ 50621-93

ГОСТ 17467-88

					ДК61.466451.001ПЗ	Арх.
Эмн.		№ докум.	Подпис	Дата		

ДОДАТОК А

Технічне завдання на проектування

1. Найменування та галузь використання

Універсальний сервер друку. Застосовується у поліграфічній промисловості, копіювально-розмножувальних службах. Використовується для автономного надання поліграфічних послуг.

2. Підстава для розробки

Підставою для розробки є завдання на дипломний проект згідно наказу по НТУУ «КПІ» № 1196-С від 25.05.2020 р

3. Мета і призначення розробки

Створення архітектури універсального апаратно-програмного сервера друку. Основна задача – автономне обслуговування клієнтів у сервісах швидкого друку. Може застосовуватись у типографіях для автоматизованого запису черги завдань на друк.

4. Джерело розробки

Завдання на дипломний проект згідно наказу по НТУУ «КПІ» № 1196-С від 25.05.2020 р.

5. Технічні вимоги

5.1. Склад виробу й вимоги до пристрою, що розробляється

Пристрій являє собою друкований вузол, для передачі вихідного інформаційного сигналу для копіювальних пристроїв слугує інтерфейс USB. Підключення до мережі Інтернет виконується через Wi-Fi модуль.

5.2. Показники призначення

Пристрій повинен забезпечувати:

- Використання Telegram-API для захищеної передачі інформації від клієнта до серверу
- Формування черг завдань на виконання друку
- прийом та обробку запитів користувача
- інформування про оплату замовлення

					ДК61.466451.001ПЗ	Арк.
Змн.		№ докум.	Підпис	Дата		

- універсальність підключення копіювальних пристроїв
- аналіз файлів для формування відповідної ціни
- розрахунок кінцевої ціни замовлення

5.3. Вимоги до надійності

Середній час напрацювання на відмову повинен бути не менше 32000 год.

5.4. Вимоги до технологічності

Орієнтовані на передові прийоми виготовлення деталей і складання.

5.5. Вимоги до рівня уніфікації й стандартизації

Для виготовлення пристрою передбачається максимальне застосування стандартних, уніфікованих деталей та виробів.

5.6. Вимоги безпеки обслуговування

Керуватися загальними вимогами безпеки до апаратури низької напруги ГОСТ 12.2.007-75.

5.7. Вимоги до складових частин виробу, сировини, вихідних й експлуатаційних матеріалів

Для виробництва пристрою використовують матеріали імпортного виробництва.

5.8. Умови експлуатації

Кліматичне виконання УХЛ.4.1 по ГОСТ 15150-69.

5.9. Вимоги до транспортування і зберігання

Група умов зберігання Л1 згідно ГОСТ 15150-69. Зберігати у зачинених опалювальних вентильованих приміщеннях, при температурі повітря $+5...+40^{\circ}\text{C}$, відносній вологості повітря 60% при 20°C (середньорічне значення) та атмосферному тиску $84,0...106,7\text{кПа}$.

Транспортувати автомобільним, залізничним або авіаційним видами транспорту.

5.10. Додаткові технічні вимоги

Технічні характеристики:

Час напрацювання на відмову	не менше 20000 годин
-----------------------------	----------------------

					ДК61.466451.001ПЗ	Арк.
Змн.		№ докум.	Підпис	Дата		

Габаритні розміри	Не більше 120х90х50
Маса	не більше 150г
Живлення	5В ± 5%

6. Результати роботи

6.1. Результати даної роботи можуть бути використані як вихідна документація по створенню прототипу пристрою, його програмування, налагодження й подальшого впровадження в серійне виробництво.

6.2. Дана робота (звітна документація) після виконання надається на кафедру КЕОА для подальшого захисту й зберігання як навчальної документації.

7. Робота повинна містити в собі документи

- Пояснювальну записку (формату А4, до 60 аркушів)
- Схему електричну принципову та перелік елементів (формату А0, А4 відповідно)
- Складальне креслення та специфікацію (формату А1, А4 відповідно)
- Креслення друкованої плати (формату А1)

8. Порядок розгляду й приймання роботи

Порядок розгляду й приймання роботи на загальних умовах, прийнятих на кафедрі КЕОА. Рецензування й прийняття роботи комісією на загальних умовах.

9. Економічні показники

В умовах даного проекту не розглядаються.

					ДК61.466451.001ПЗ	Арк.
Змн.		№ докум.	Підпис	Дата		